

2. ASTM D5882-16: Standard test method for low strain integrity testing of deep foundations, Philadelphia PA , P.6.

3. Paquet, J. 1968. Etude Vibratoire des Pieus en Beton, Reponse Harmonique et Impulsionnelle. Application au Controle, Annales ITBTP, Vol. 245, pp. 788-803.

УДК 666.972.69; 691.32

ВОЗМОЖНОСТЬ ЭКОНОМИИ ЦЕМЕНТА В БЕТОНЕ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МЕЛКОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

Осипюк Т.А.¹, Федорович П.Л.²

¹Инженер, Научно-исследовательская и испытательная лаборатория бетонов и строительных материалов, Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

²Научный сотрудник, Научно-исследовательская и испытательная лаборатория бетонов и строительных материалов, Белорусский национальный технический университет г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация Использование низкокачественного мелкого заполнителя (природного песка) вынужденная мера, которая приводит к перерасходу цемента в составе бетонной смеси удорожанию готовой продукции. В материале данной статьи приведен подход решения данной проблемы путем обогащения природного песка крупными фракциями гранитного отсева, массово образующихся при производстве щебня

Ключевые слова: бетон, мелкий заполнитель, гранулометрический состав, отсев, песок, обогащенный песок.

Заполнители в бетоне занимают значительное количество объема и влияют на его физико-механические свойства, долговечность и стоимость. Важнейшую роль в структуре бетона играет мелкий заполнитель. К нему относятся природные пески, искусственные пески и песков из отсевов дробления крупных горных пород с размером фракции до 5 мм. Для получения качественного бетона большой вклад вносят такие показатели заполнителя как: максимальная упаковка заполнителя, удельная поверхность и качество (шероховатость) поверхности зерен, а также наличие примесей.

Расход цемента в бетонной смеси может изменяться в зависимости от гранулометрии заполнителя. Так, снижение пустот между зернами заполнителя и образования «оболочек» вокруг этих зерен, уменьшает расход цемента. Поэтому уместно говорить о подборе оптимального зернового состава заполнителей, для снижения расхода цемента на заполнения пустот в бетонной смеси, т.к. известно, что площадь поверхности зерен

обратно пропорциональна их диаметру и с уменьшением размеров зерен их поверхность возрастает соответственно возрастает и расход цемента.

Необходимость использования строительной отрасли Республики Беларусь качественного мелкого заполнителя для бетонных и растворных смесей вынуждает доставлять его из других районов и областей, что значительно увеличивает стоимость конечной продукции. В связи с этим в строительстве часто используется некачественный мелко- и тонкодисперстные речные пески (модуль крупности $M_k < 1,5$ ед., а зачастую $M_k < 1,0$ ед.) или материал местных карьеров с повышенным содержанием загрязняющих примесей (преимущественно – глин), что сопровождается ухудшением качества бетона, несмотря на существенный (10...20%) перерасход вяжущего.

На основании исследования [1] проведенного в НИИЛ БиСМ БНТУ была разработана технология обогащения природных мелких песков крупными фракциями ($> 0,5$ мм) гранитного отсева.

На основании ранее опубликованных исследований [2,3,4] можно отметить взаимосвязь прочностных характеристик бетона с гранулометрическим составом многофракционного песка, откуда следует, что рациональное значение зернового состава с учетом его минимальной пустотности и удельной поверхности заполнителя способствует увеличению прочностных характеристик бетона.

Немаловажную роль тут играет качество поверхности или шероховатость крупных фракций отсева. Она способствует лучшему сцеплению цементного камня с зёрнами заполнителя в бетонной смеси. Так в ходе эксперимента доказано, что прочность бетона в проектном возрасте при нормально-влажностных условиях твердения с модулем крупности мелкого заполнителя $M_k \geq 2,0$ соизмерима с прочностью бетона на высококачественном (мытом) природном песке $M_k = 3,2$ при тех же условиях. Это доказывает эффективность обогащения мелкого заполнителя в бетонной смеси.

Применяя аналогично к составу по ГОСТ 30459-96 [5] (при Ц = 350 кг; Щ₅₋₂₀ = 1150 кг; мелкого заполнителя = 700 кг; В/Ц_б ~ 0,5 дол. ед. на 1 м³ бетона), являющийся «стандартизированным», обогащенный мелкий заполнитель и уменьшая при этом расход цемента при прочих равных условиях. По результатам исследований наблюдается прирост прочности бетона на обогащенном мелком заполнителе на 15 – 20 % относительно составов на природном песке, при равном содержании цемента в составах, а при снижении на 20% содержания цемента в составах на обогащенном заполнителе прочность образцов бетона соответствует уровню прочности образцов на мелком заполнителе при расходе вяжущего в 350 кг на 1 м³ бетонной смеси.

Результаты исследования показывают, что применение обогащенного мелкого заполнителя эффективно для снижения расхода цемента и од-

новременно является хорошей альтернативной в решении вопроса наличия качественного мелкого заполнителя во многих регионах страны в особенности мелкофракционных песков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федорович П.Л. эффективность нормализации гранулометрии мелкого заполнителя для бетона / П.Л. Федорович, Э.И. Ботяновский // Проблемы современного строительства. Материалы Международной научно-технической конференции – Минск, 2022, С. 239-249.

2. Смоляков А.В. Научно-технические основы технологии полного использования гранитного отсева в бетонах/ А.В. Смоляков, П.Л. Федорович, Э.И. Ботяновский // Строительная наука и техника. Научно-технический журнал — Минск, 2011. – С. 35-41.

3. Федорович П.Л. Теоретические и практические основы минимизации содержания цемента в бетоне путем формирования оптимального зернового состава/ П.Л. Федорович, А.М. Корсун, Д.Л. Титков, Д.О. Гребенек // Вопросы внедрения норм проектирования и стандартов европейского союза в области строительства. Международный научно-методический семинар — Минск, 2012– С155-165.

4. Ботяновский Э.И. Эффективность “глубокой” переработки гранитного отсева РУПП «Гранит»/ Э.И. Ботяновский, А.А. Дрозд, П.Л. Федорович, А.В. Смоляков// Строительная наука и техника. Научно-технический журнал — Минск, 2012. – С. 38-43.

5. Добавки для бетонов. Методы определения эффективности: ГОСТ 30459-96. – Введ. 01.07.98 – Москва – Минск. МНТКС; Министерство архитектуры и строительства РБ, 1998. – 39 с.

УДК 666.973.536.63

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ЯЧЕИСТОЙ СТРУКТУРЫ С УЛУЧШЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ

Повидайко В.Г.

Белорусский национальный технический университет

Аннотация. В статье рассмотрена зависимость теплопроводности ячеистых материалов на минеральной и полимерной основе от плотности, влажности. Предлагается с помощью специальных добавок и микрозаполнителей снизить теплопроводность и плотность ячеистых бетонов. На основе пенополистирола изготавливать газонаполненные изделия, а изделия из пенополиуретана изготавливать на основе инертных газов.

Ключевые слова: ячеистые бетоны, теплопроводность, средняя плотность, добавки, влажность, пенополистирол, газонаполненные изделия, пенополиуретан, инертные газы.